

PS 変換波を用いた海洋地殻内 S 波速度構造の推定

The S-wave velocity structure of oceanic crust using PS converted waves

辻野 良輔 [1]; 金田 謙太郎 [2]; 島 伸和 [3]; 西澤 あずさ [4]

Ryosuke Tsujino[1]; Kentaro Kaneda[2]; Nobukazu Seama[3]; Azusa Nishizawa[4]

[1] 神戸大・自然科学・地球惑星システム; [2] 海保・海洋情報; [3] 神戸大学内海域センター; [4] 海上保安庁

[1] Earth and Planetary System Sci., Kobe Univ; [2] HODJ; [3] Research Center for Inland Seas, Kobe Univ.; [4] Hydrogr. & Oceanogr. Dep., JCG

地震探査において S 波速度構造を得ることは非常に重要である。P 波速度構造に加えて S 波速度構造を推定できれば、 V_p/V_s が求められ、地殻内の含水量や空隙率に制約を与えることができるからである。海底地震計 (OBS) を用いた屈折法地震探査では、人工震源としてエアガンが用いられることが多い。エアガンから発振される弾性波は P 波であるために、主に P 波速度構造推定が行われてきた。しかし海底下に柔らかい堆積層などがある場合、その下の基盤との境界に P 波が入射してしばしば PS 変換波を発生させる。PS 変換波を用いることで、S 波速度構造を推定することができる。本研究では、PS 変換波を用いて海洋地殻内 S 波速度構造を推定した。

使用したデータは、大陸棚調査において海上保安庁海洋情報部が探査を行った OGr13 測線のものである。測線は 505km の長さで、小笠原諸島・母島の東方沖約 50km の地点から南東へ母島海山及び小笠原海台を横切って北西太平洋海盆へと延びている。OBS は測線に沿って 5km 間隔に 100 台設置され、内 94 台が回収された。エアガンによる発振は 200m 毎に行われた。また、同測線に沿ってマルチチャンネルストリーマを用いた反射法地震探査も行われた。

データ解析は、PS 変換波の読み取り、PS 変換面の仮定と P 波速度構造モデルの更新、S 波速度構造推定、 V_p/V_s モデル作成の順で行った。まず、OGr13 測線の OBS データから PS 変換波の走時を読み取った。PS 変換波は測線の北西端から水平距離 200-505km の間で計 54 個の OBS の記録から読み取ることができた。このことから、200-505km の間を S 波速度構造推定範囲と決めた。次に、PS 変換面について検証した。PS 変換面の上下では地震波速度が急激に変化すると考えられる。そしてそれは、マルチチャンネルの記録に反射面として見られるはずである。マルチチャンネルの記録では、海底下で主に 2 つの強い反射面が確認できた。1 つは堆積層中の未固結層と固結層と考えられる境界で、もう 1 つは堆積層と基盤と考えられる境界である。我々はこれら 2 つの反射面を PS 変換面の候補とした。この測線の P 波速度構造は海洋情報部によって推定されていたので、このモデルに対して 2 つの反射面までの往復走時を当てはめた。2 つの反射面はそれぞれ $V_p=2.50\text{km/s}$ 等速度線、 $V_p=3.88\text{km/s}$ の等速度線に相当した。我々は、P 波がいずれかの等速度線で PS 変換し、S 波のまま OBS に到達したものとして理論走時を計算した。そして $V_p=3.88\text{km/s}$ を変換面とした場合には S 波初動が早過ぎ、読み取り走時を説明できないと判断した。よって我々は、P 波が $V_p=2.5\text{km/s}$ 等速度線で PS 変換したものと仮定した。反射面上下にあるはずの速度変化として、 $V_p=2.5\text{km/s}$ の等速度線直下に 0.3km/s の急激な速度変化を加えた。また $V_p=3.88\text{km/s}$ の等速度線直下にも 0.22km/s の急激な速度変化を加えた。読み取られた PS 変換波と、更新された P 波速度構造モデルを用いて、S 波速度構造の推定を行った。P 波速度構造モデルの更新と S 波速度構造推定には、グラフ理論を使ったフォワードモデリングとインバージョンを用いた。推定された S 波速度構造の理論走時と読み取り走時の残差は $\text{RMS}=35\text{ms}$ である。最後に、推定された P 波速度と S 波速度から V_p/V_s を計算しモデルを作成した。

推定された S 波速度構造モデルでは、測線上の 340km 付近で急激に上部地殻が薄くなっている。ここは P 波速度構造と海底地形から得られる、小笠原海台と北西太平洋海盆の境界付近に相当する。計算された V_p/V_s モデルでは、測線上約 320km 地点を境に上部地殻で大きな違いがみられる。すなわち、200-310km 間の小笠原海台部分では 1.8-1.95 と比較的大きな値を示し、330-505km 間の北西太平洋海盆部分では 1.5-1.75 と比較的小きな値を示している。この違いは両者の含水量や空隙率の違いを示唆している。